

Л. К. Мартенс

Техническая энциклопедия

том 18

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 62
ББК 30.6
Л11

Л11 **Л. К. Мартенс**
Техническая энциклопедия: том 18 / Л. К. Мартенс – М.: Книга по Требованию, 2018. – 458 с.

ISBN 978-5-458-23056-8

Техническая энциклопедия издавалась в 1927—1934 годах издательством «Акционерное Общество Советская энциклопедия» (Москва), позже ставшим Государственным Словарно-Энциклопедическим издательством "Советская Энциклопедия". Главный редактор Л. К. Мартенс. 1-ый том вышел 1 января 1928 г. Вместе с Энциклопедией выпускался "Справочник Физических Химических и Технологических величин" вышедший в 8-ти томах". Первый том Справочника вышел в 1927 году. 26 томов, около 6000 статей, около 5000 внутрестатьейных иллюстраций. (в последующем — в конце 1936—1938 гг. были выпущены дополнительный том и предметный указатель). Репринтное издание по технологии print-on-demand с оригинала 1932 года.

ISBN 978-5-458-23056-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2018
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2018

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

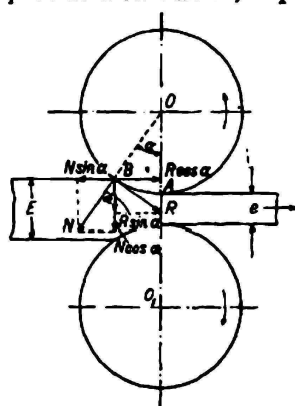
Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРОКАТКА, основанный на текучести металла технологический процесс, при помощи которого металл, проходя между 2 вращающимися валками, подвергается деформации: **о б ж а т и ю** (уменьшение поперечного сечения), **в ы т я ж к е** (увеличение длины) и **у ш и р е н и ю** (увеличение ширины).

1. Процесс прокатки и его теория.

Путем последовательных пропусков через ряд следующих друг за другом ручьев в валках прокатываются всевозможные профили. Действие валков на металл вполне аналогично действию молота и наковальни. Разница заключается лишь в том, что действиековки распространяется на незначительную длину обрабатываемого металла, тогда как при П. металл подвергается обжатию по всей длине и притом непрерывно в течение его прохождения между валками. Процесс П. схематически изображен на фиг. 1. Оба валка, верхний и нижний, вращаются около своих осей O и O_1 и могут сближаться друг с другом на желаемую величину e . Металл, подвергаемый прокатке, имея квадратную или прямоугольную форму толщиной E , выходит из валков после П. с толщиной e , двигаясь в направлении, указанном стрелкой. Как только металл будет захвачен валками, то в точках соприкосновения явится давление N , исходящее от твердых шеек валков в направлении радиуса. Это радиальное давление в первой точке соприкосновения B с линией центров OO_1 будет составлять угол, который носит название угла захвата. Радиальное давление м. б. разложено на две составляющие: горизонтальную $N \sin \alpha$ и вертикальную $N \cos \alpha$. Горизонтальная сила производит отталкивающее действие, а вертикальная, оказывая нормальное давление на металл, обжимает его и вызывает трение R между металлом и валком. Сила трения R может быть также разложена на 2 составляющие: на горизонтальную



Фиг. 1.

и вертикальную $R \sin \alpha$, причем горизонтальная сила втягивает металл в валки. Если равнодействующая всех радиальных сил действует под углом α , то при $N \sin \alpha = R \cos \alpha$ получается равновесие сил. Следовательно, чтобы процесс П. не прекращался, необходимо, чтобы горизонтальная составляющая силы трения была больше противоположно направленной горизонтальной составляющей радиальных сил давления, потребной для деформации прокатываемой полосы, т. е.

$R \cos \alpha > N \sin \alpha$.

Но сила трения $R = fN$, где f —коэф. трения между валками и прокатываемым металлом. Подставляя значение в вышеприведенное неравенство, получаем

$$fN \cos \alpha > N \sin \alpha$$

или

$$f > \operatorname{tg} \alpha,$$

но $f = \operatorname{tg} \varphi$, где φ —угол трения. Отсюда получим $\alpha < \varphi$, т. е. угол захвата должен быть меньше угла трения. Другими словами, захват валками прокатываемой полосы возможен только в том случае, если при входе в валки действуют втягивающие силы. При равенстве углов захвата и трения валки сами не захватывают, но легкое подталкивание способствует захвату. При возрастании угла захвата до величины, большей угла трения (не превышающей однако его вдвое), самостоятельный захват уже становится невозможным, т. к. при входе в валки теперь действуют выталкивающие силы. В случае же, если благодаря принудительному вталкиванию прокатываемой полосы в валки удалось начать П., то она уже продолжается самостоятельно. В случае, если угол захвата достигает или превышает двойное значение угла трения, то П. становится невозможной. При уменьшении угла α сила $R \cos \alpha$ увеличивается; когда угол α делается равным нулю, то горизонтальная сила будет равна нулю, а вертикальная сделается равной давлению N . Отсюда заключаем, что наибольшее давление на металл производится валками по их линии центров OO_1 . В плоскости этой линии и будет опасное сечение. Зависимость между диаметром валков, величиной линейного обжатия Δh и углом захвата получается из рассмотрения фиг. 1. Из тр-ка OAB сторона

$OA = r \cos \alpha$, но, с другой стороны,

$$OA = r - \frac{E-e}{2} = r - \Delta h.$$

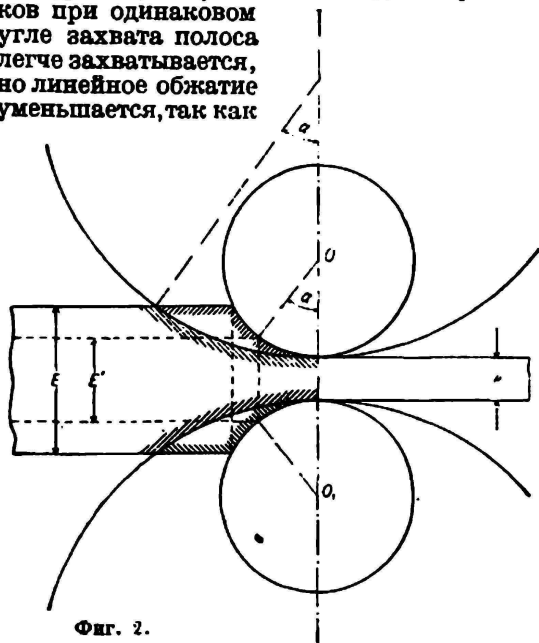
Подставляя, получим:

$$r - \Delta h = r \cos \alpha,$$

откуда:

$$\Delta h = r(1 - \cos \alpha).$$

Из этого соотношения можно сделать следующие выводы: 1) при одинаковом угле захвата величина линейного обжатия ($E-e$) увеличивается с увеличением диам. D валков (фиг. 2). С уменьшением диаметра валков при одинаковом угле захвата полоса легче захватывается, но линейное обжатие уменьшается, так как



Фиг. 2.

величина E' становится менее E . 2) При одной и той же величине линейного обжатия ($E-e$) угол захвата α будет тем больше, чем меньше диаметр валков, т. е. при малом диаметре валков металл будет вытягиваться главным образом вдоль П., с увеличением же диаметра валков будет появляться все больше и больше расплющивание металла вдоль оси валков или его уширение, т. е. при одинаковой величине обжатия ($E-e$) скорость деформации возрастает с уменьшением диаметра валков. Чем скорее происходит эта деформация, тем менее металл получает уширение и тем более он вытягивается, т. е. чем менее дуга соприкосновения при данной величине обжатия, тем более вытяжка и тем менее уширение. Величина линейного обжатия ограничивается предельным углом захвата. Диаметр валков должен быть тем больше, чем больше линейное обжатие Δh и чем меньше угол захвата α .

При угле захвата $\alpha = 20^\circ$

$$\Delta h = (1 - \cos 20^\circ) = \frac{1}{17} D;$$

при угле захвата $\alpha = 25^\circ$

$$\Delta h = (1 - \cos 25^\circ) = \frac{1}{10} D.$$

Диаметр валков д. б. тем больше, чем больше абсолютная величина обжатия. При ориентировочной наметке для выбора диаметра валков можно исходить из среднего угла захвата полосы, напр. если мы зададимся величиной линейного обжатия Δh , рав-

ной 50 мм, то диаметр валка м. б. определен из условия, что угол $\alpha \approx 20^\circ$. В таком случае Δh равно $\frac{1}{17} D$, откуда D при гладких валках $50 \cdot 17 = 850$ мм. При валках с ручьями D д. б. увеличен до 1200 мм. При больших углах захвата $30-32^\circ$ валки захватывают трудно, не сразу. Происходит задержка в маневрах, время П. увеличивается и выгоды сильных давлений теряются.

У ш и р е н и е. Под влиянием обжатия ($E-e$) прокатываемая полоса не только удлиняется, но и уширяется. Развитию уширения препятствует трение о валки. Равнодействующая симметричных усилий вследствие круглой формы валков направлена по направлению П., а не вдоль валков. Направление действия силы трения только продольно, а потому поперечное передвижение частиц незначительно. По опытам Шельда [40] линейное уширение при одинаковой ширине приблизительно обратно пропорционально толщине после пропуска. Тонкие полосы дают большее уширение, чем толстые при одинаковых условиях. Все явления уширения должны быть функцией трех переменных: 1) t° прокатываемого металла, от которой зависит величина междучастичного трения; с понижением t° уширение увеличивается; 2) трения между прокатываемым металлом и материалом валков; 3) скорости истечения металла. Уширение увеличивается с уменьшением угла захвата и увеличением диаметра валков. Валки малого диаметра дают большую вытяжку, чем валки большого диаметра, которые не вытягивают, а дают железо. Для калибровки валков точное знание явления уширения имеет громадное значение. Имеются многочисленные исследования [45] для выяснения условий уширения и факторов, влияющих на него, как то: давление, диаметр валков, состояние поверхности валков и прокатываемой полосы, t° П., толщины и ширины прокатываемой полосы и т. п. Дехец [42] находит, что уширение в первую очередь распространяется на края прокатываемой полосы и в виду этого почти не зависит от ширины. Жез на основании своих опытов над свободным уширением вычислил среднее значение в зависимости от обжатия и дал недостаточно точную, но на грактике часто встречающуюся ф-лу уширения B для мягкой стали:

$$B = 0,35(E - e).$$

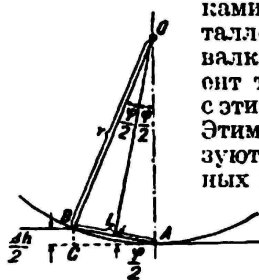
Другие авторы (Тафель и Седлячек) [40] предложили формулу, в которой принимается во внимание влияние диаметра валков. Разнообразные опыты над уширением были проделаны Мецом [38], производившим наблюдения как над процессом уширения в отдельных частях прокатываемого металла, так и над общим полным уширением. Результаты этих опытов были использованы для определения уширения графическим путем. Угол трения [46] определяют в зависимости от радиуса валков и величины линейного обжатия (фиг. 3). Из рассмотренного треугольника ABC и ABO получаем

$$\frac{\Delta h}{2} = L \sin \frac{\varphi}{2}, \text{ откуда } \frac{\Delta h}{2} : L = \frac{L}{2} : r,$$

следовательно

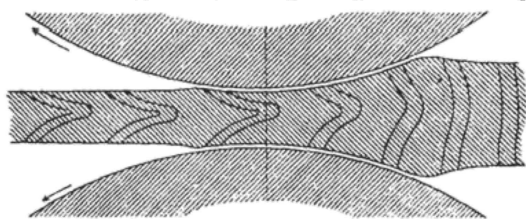
$$L = \sqrt{r \Delta h} \text{ и } \sin \frac{\varphi}{2} = \frac{\Delta h}{2L} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\Delta h}{r}} \text{ или } \varphi \approx \sqrt{\frac{\Delta h}{r}}.$$

На основании приведенных формул не представляет никаких затруднений установить зависимость между углом трения, наибольшим допустимым обжатием, наибольшей вытяжкой и т. п. Кроме того из этих же формул следует, что увеличение трения между вал-



Фиг. 3.

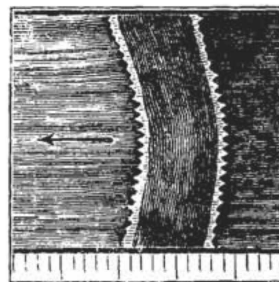
ками прокатываемым металлом, путем насечки на валки, увеличивает коэффициент трения и одновременно с этим увеличивает обжатие. Этим средством часто пользуются особенно на обжимных валках для получения желаемой величины обжатия. Однако необходимо обратить внимание, что увеличение силы трения влечет за собой повышение расхода энергии, а также увеличение сил реакции, действующих на станины и шпиндели. Из этого вытекает целесообразность работы с малым коэффициентом трения в тех случаях, когда величина обжатия в каждом проходе мала, как это бывает например при прокатке кровельного, обручного железа и при холодной П. Факторы, обуславливающие процесс П., связаны между собою б. или м. сложной зависимостью; однако не для всех эта связь может быть выражена математически. Некоторые из них до настоящего времени мало изучены как теоретически, так и практически. Исследователями, рассматривавшими процессы П. главн. обр. теоретически, являются Бласс, Грассгоф, Герман, Финк, Кодрон, Дени, Танков, Верещагин, Родзевич-Белевич, Евневич и другие. Некоторыми исследователями процесс П. рассматривается с точки зрения истечения пластич. тел. Движение слоев металла при прокатке различно. В то время как наружные слои, находящиеся в соприкосновении с валками, вследствие трения опережают остальные слои по направлению П., внутренние средние слои отстают в направлении, противоположном направлению П. Это особенно наглядно видно на опыте, сделанном Голленбергом (фиг. 4). В просверленные отвер-



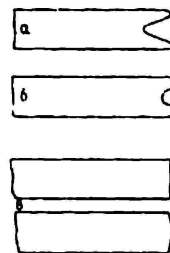
Фиг. 4.

стия железной полосы были вставлены круглые прутки. После прокатки, которая была доведена до половины с целью определения характера перемещения слоев металла, в продольном разрезе ясно видно отставание средних слоев металла. Другой исследователь, Мец, произвел подобные опыты, но в просверленные отверстия железной полосы вставлял винты. Изменение высоты нарезки винта при П. (фиг. 5) еще более осветило картину происходящего истечения металла при П. Для объяснения наблюдаемых сложных явлений истечения металла целый ряд исследователей предложил теорию кону-

сов скольжения. Исследователь Кик наблюдал при своих опытах осаживания закономерное распределение давления внутри осаживаемого тела в виде конусов скольжения, основания которых представляют собою осаживаемые плоскости. Бласс и Брово объясняли этой теорией явления процесса П., однако Зибель [32], Губерс [30] и Геннеке [27] своими работами показали, что теория скольжения конусов неосновательна и что зоны ограниченной деформации на осаживаемых поверхностях образуются лишь вследствие поверхностного трения. Вместе с тем многочисленные испытания Мейера и Неля [30] ясно показали образование плоскостей скольжения под углом, равным $\sim 45^\circ$ по направлению действующего обжатия; они начинались от прилегающих к плоскости обжатия кромок, причем прилегающие к плоскости обжатия зоны конусов первоначально деформацией совершенно не затрагивались. Явления истечения были особенно исследованы Надаем [40], в то время как Прандтль [41] и Генки разъяснили существующую закономерность для системы плоскостей скольжения и ее связь с распределением напряжений. Корберу и Зибелю [32] удалось путем опытов над образованием



Фиг. 5.



Фиг. 6.

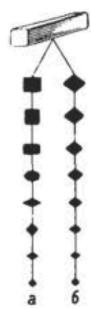
плоскостей скольжения дать объяснение существующей зависимости между ковкой и прокаткой. Пуппе [45], наблюдая различные формы боковых граней броневых плит и обжатых заготовок после П., пришел к выводу об относительности глубины смещенного объема в зависимости от давления валков. На фиг. 6 показана форма боковых граней у брони и заготовки при различных давлениях: боковая грань брони (фиг. 6, а); боковая грань заготовки при малом давлении (фиг. 6, б); то же при большом давлении (фиг. 6, в). Кроме того Пуппе отметил влияние высокой температуры на изменение пластичности прокатываемого металла. Для определения работы П. имеется целый ряд формул; подробно ими занимались проф. Верещагин, проф. Петров и проф. Виноградов. Необходимо также отметить, что при современном развитии теории процесса П. все прилагаемые ф-лы еще не вполне надежны; при их многочисленности и при разнообразии факторов, влияющих на нагрузку двигателя, они практически не удобоприменимы.

Главными факторами, определяющими общий расход энергии П. во время данного пропуска, являются: 1) чистая работа при П. (деформация); 2) потери от трения внутри данного рабочего стана; 3) потери в передаточных механизмах; 4) потери внутри самого прокатного двигателя и 5) сила инерции вращающихся масс. Чистая работа

П. по мнению разных исследователей зависит гл. обр. от t° металла в разных его местах; колебания скорости при П., влияющие на отдачу двигателя, являются в общем случае результатом изменения t° в разных местах прокатываемой полосы и вследствие несовершенства регуляторов скорости и мощности двигателя.

Опережение, представляющее собою скорость выхода прокатываемой полосы из валков, превышающую окружную скорость валков, легко объяснимо сохранением равновесия сил при прокатке. Бласс [18] искал связь опережения с теорией конусов скольжения и пытался найти формулу, связывающую опережение с диаметром валков и расстоянием между ними. Дехец освещал практич. значение опережения для определения окружной скорости при непрерывной П., а также для калибровки периодических профилей. По исследованию опережения большое значение имеют работы Пуппе [43]. Металл, вытесненный в пределах между т. н. границей истечения и выходом из валков, течет в направлении П. и создает т. о. опережение. Вычисленные примеры дают близкое совпадение с практич. наблюдениями для величин опережения: скорость опережения при нормальных условиях не превышает 4% окружной скорости валков.

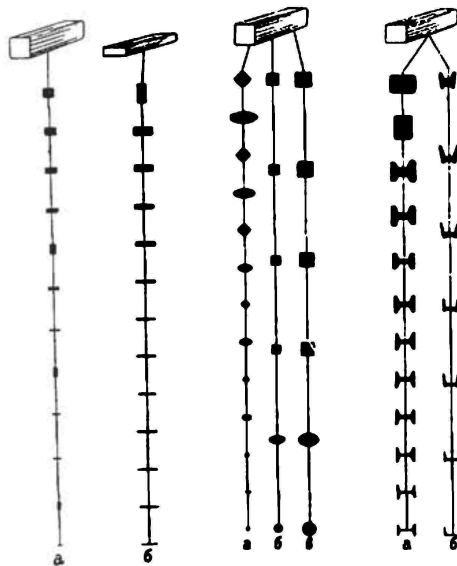
К а л и б р о в к а в а л к о в [45]. Для получения какого-нибудь профиля металл прокатывается в цилиндрич. валках путем последовательных пропусков через ряд следующих друг за другом ручьев. Ряд ручьев (калибров), следующих друг за другом, называется калибровкой. Задачей калибровки является придание ручьям необходимых размеров и формы, правильное расположение и подбор их числа. Для получения заданного профиля в последовательности калибров не существует определенных правил, напр. квадратный профиль м. б. получен из начального сечения путем последовательной П. в ручьях согласно фиг. 7, а,



Фиг. 7.

где применены прямоугольные, ромбические и другие ручьи, или согласно фиг. 7, б могут быть употребляемы лишь ромбич. ручьи. При П. прямоугольных или квадратных сечений после известного числа пропусков прокатываемый металл кантуется на 90° и снова прокатывается в этом положении. Таким путем поперечное сечение постепенно уменьшается, в то время как длина при каждом проходе увеличивается. Слиток постепенно превращается в блум (слиток прямоугольного или квадратного сечения) или при дальнейшей П. в заготовку. В качестве примера П. простых профилей можно привести П. круглого, квадратного и полосового железа. Для П. полосового железа заготовку предварительно раскатывают в зависимости от ширины в виде квадрата или прямоугольника. На фиг. 8, а изображена последовательность ручьев для П. оброчного железа, при к-рой по преимуществу применены плоские ручьи. Для регулирования ширины применяются ребровые ручьи, в к-рых прокатываемая полоса задается на ребро. На фиг. 8, б изображена последовательность ручьев для П.

широкополосного (универсального) железа. П. производится только в плоских ручьях за исключением одного ребрового, имеющегося в начале П. Требуемая конечная ширина придается полосе двумя вертикальными валками, имеющимися при каждом универсальном стане. П. круглого железа зависит от его диаметра. Круглое железо малого диаметра, 5—15 мм, прокатывается гл. обр. на проволочных станах; последовательность ручьев изображена на фиг. 9, а,

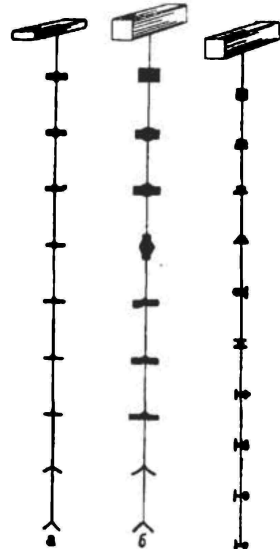


Фиг. 8.

Фиг. 9.

Фиг. 10.

где показано чередование овальных и квадратных ручьев. На фиг. 9, б показана последовательность ручьев для П. мелкосортного круглого железа. На фиг. 9, в изображена последовательность ручьев для П. толстого круглого железа свыше 75 мм. При П. двутаврового железа (балок) требуется большое число ручьев (см. фиг. 10, а). Особенность этого профиля требует П. еще на обжимном стане черного профиля. При П. швеллерного железа уже в первом ручье придается черновой профиль (фиг. 10, б). П. углового железа и рельса несколько отличается от описанной П. двутаврового и швеллерного железа. Для П. равнобокого углового железа начальное сечение берется плоское. По америк. калибровке лишь предпоследний ручей получает форму угольника, все остальные ручьи не дают возможности угадать конечный профиль прокатываемой полосы (фиг. 11, а). Обычная калибровка углового железа изображена на фиг. 11, б. Рельсы обычно прокатываются из заготовки прямоугольно-



Фиг. 11.

Фиг. 12.

го сечения в 11 или 9 ручьев (фиг. 12). На Н.-Салдинском заводе (Урал) применяется калибровка, при которой рельс прокатывается в 7 ручьев. Подобная калибровка была предложена инж. Удовенко на б. Александровском заводе (ныне Днепропетровском) более 30 лет назад. Калибровка валков до настоящего времени все еще является искусством. Калибровщики обыкновенно владеют коллекцией шаблонов для ручьев, представляющей результат коллективной работы, личного опыта и опыта предшественников. Но калибровки эти, не освещенные теорией, таят в себе иногда источники ошибок. Калибровщики, выработанные для определенных условий данного завода (тем более завода прошлого времени), становятся мало пригодными при других условиях работы и при более мощных двигателях. Слепая калибровка без соответствующей в каждом частном случае переработки недопустима; она вместе с тем является тормозом дальнейшего развития калибровки. Современное состояние науки о калибровке валков хотя еще не исключает необходимости в опытным мастере, однако дает возможность после ознакомления с теорией легко ориентироваться в приемах калибровки.

Лит.: 1) Тиме И. А., Теория и построение железопрокатных машин, «Г. Ж.», 1872, 1; 2) его же, Индикаторные опыты над прокаткой стальных рельсов и балок на Путиловском заводе, там же, 1883; 3) Тонков Н. Р., Прокатка и калибровка, СИБ, 1901 (литогр.); 4) Грум-Гржимайло В. Е., Металлургия стали, ч. 2, Элементарная теория прокатки и калибровки валков, СИБ, 1909 (литогр.); 5) Вережанин Н. С., Определение работы при продольной прокатке, СИБ, 1911; 6) Родзевич Б. Е. и Ф. Ф., Об удельном давлении металла на валки при прокатке, «ЖРМО», 1913, т. 2; 7) его же, К теоретическим переживаниям при прокатке, там же, 1912; 8) Петров С. Н., Сопротивление металла сжатию между двумя валками при прокатке, «Записки Горн. ин-та», 1914, т. 5, вып. 2; 9) его же, Работа и давление при прокатке, там же, 1917, т. 6, вып. 2; 10) Герман А. И., Машин для горячей обработки металлов, Л., 1924 (литогр.); 11) Мещерский И. В., Гидродинамическая теория прокатки, «Изв. Полт. ин-та», 1921; 12) Головин А. Ф., К вопросу о динамике прокатных валков, «ЖРМО», 1927, 4; 13) Павлов И. М., Прокатка, волочение и выдавливание металлов в связи с теорией образования трещин, там же, 1927, 1; 14) Крыжановский В. П., Начало прокатки, там же, 1928, 3; 15) Виноградов А. П., Расход энергии при прокатке и мощность двигателей при стаках, «Металлург», Л., 1929, 2, 3 и 4; 16) Куряков Н. С. и Жемчужный С. Ф., Давление и истечение и твердость пластичных тел, «Известия Петрогр. полт. ин-та», 1913; 17) Гутковский Н. В., Об уширении при прокатке, «Журн. Об-ва сб. инженеров», 1913, 4; 18) Blass E., Beitrag zur Theorie d. Abnahmeeffizienten bei d. Walzenkalibrierung, «St. u. E.», 1882, 2, p. 189/91, 233, 283; 19) Brovot A., Das Kalibrieren d. Walzen, Lpz., 1903; Die Grundlagen des Walzens, Halle a/S., 1930; 20) Cotel E., Ueber die Begleiterscheinungen des Walzvorgangs, «Berg-Hüttenmänn. Jahrb. d. montanistischen Hochschule in Lesben», 1924, p. 258—62; 21) Daalen R., Hollenberg A. u. Dickmann, Die Kalibrierung d. Eisenwalzen, Drei vom Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes preisgekrönte Abhandlungen, B., 1871; 22) Dehez J., Walzenkalibrierungen, Düsseldorf, 1919; 23) Emicke O. u. Rodenbach M., Formungsvorgänge beim Rundwalzen von Stahl mit wechselndem Kohlenstoffgehalt, «St. u. E.», 1924, B. 44, p. 1879—81; 24) Falk A., Die Breitung des Eisens in Glattwalzen, ibid., 1910, B. 30, p. 1986—93; 25) Falk A., Die Theorie d. Materialwanderung beim Walzen u. Schmieden, ibid., 1912, B. 32, p. 816—22, 863—67; 26) Fink C., Theorie d. Walzenarbeit, «Ztschr. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preussischen Staate», B., 1874, p. 200; 27) Hennicke H., Warmstauchversuche mit perlitischen, martensitischen u. austenitischen Stählen, «Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh.», 1928, B. 94, «St. u. E.», 1928, B. 48, p. 315—18; 28) Hermann M., Walzarbeit u. Walzdruck, «St. u. E.», 1911, B. 31, p. 1706—11; 29) Hollenberg A., Bemerkungen zu den Vorgängen beim Walzen von Eisen, ibid.,

1883, B. 3, p. 121—22; 30) Höbers K., Das Verhalten einiger technischer Eisensorte beim Druckversuch, «Ber. des Walzwerk-Ausschusses des Vereins deutsch. Eisenhüttenleute», Düsseldorf, 1922, B. 32; 31) Karmann, Festigkeitsversuche unter allseitigem Druck, «Z. d. VDI.», 1911, B. 55, p. 1749—57; 32) Karmann, Beiträge zur Theorie des Walzvorganges, «Ztschr. f. angew. Mathematik u. Mech.», B., 1925, B. 5, p. 139—141; 33) Kick F., Vorlesungen über schematische Technologie, Lpz.—W., 1898; 34) Kick F. u. Polak F., Beiträge zur Kenntnis d. Mechanik weicher Körper, «Dingler polytechnisches Journal», 1877, p. 465, 1879, p. 257; 35) Kirchberg E., Grundzüge d. Walzenkalibrierung, Dortmund, 1905; 36) Körber F. u. Siebel E., Ueber die Beanspruchungsverhältnisse beim Schmieden u. Walzen, «Mittell. des Kaiser Wilhelm Inst. f. Eisenforsch.», Düsseldorf, 1928, p. 15—21; 37) Maringer P., Les Theories du laminage à chaud, «Revue universelle des mines», Paris, 1919; 38) Metz N., Experimentelle Untersuchungen über den Materialfluss beim Walzen, «Revue Metall.», 1925, p. 66—87; «St. u. E.», 1926, B. 46, p. 476; «Arch. f. Eisenhüttenwes.», 1927/28, p. 193—204; 39) Meyer H. u. Nehl E., Bildsame Verformung, «St. u. E.», 1925, B. 45, p. 1961—72; 40) Nadai A., Der bildsame Zustand d. Werkstoffe, B., 1927; 41) Prandtl L., Anwendungsbeispiele zu einem Henkyschen Satz über das plastische Gleichgewicht, «Ztschr. f. angew. Math. u. Mech.», B., 1923, B. 3, p. 401—06; 42) Puppe J., Ueber das Voreilen beim Walzen, «St. u. E.», 1909, B. 29, p. 161—70; 43) Puppe J., Versuche zur Ermittlung des Kraftbedarfs in Walzwerken, Düsseldorf, 1909; 44) Puppe J., Untersuchung über Walzdruck u. Kraftbedarf beim Auswalzen von Knupfen, Winkeln u. Eisen, Düsseldorf, 1913; 45) Puppe J. u. Stauber G., Walzwerkwesen, Düsseldorf, 1929; 46) Riedel F., Ueber die Grundlagen zur Ermittlung des Arbeitsbedarfs beim Schmieden unter d. Presse, «Forschungsarbeiten aus d. Gebiete d. Ingenieurwesens», 1913, 141; 47) Riedel F., Ueber den Walzvorgang, «St. u. E.», 1917, B. 37, p. 1133—36; 48) Rummel K., Richtlinien f. die Erforschung d. Formänderung bildsamer Körper, insbesondere des Arbeitsbedarf beim Walzen, ibid., 1919, B. 39, p. 237—43, 267—74, 285—94; 49) Saint-Venant, Differentialgleichungen d. Plastikodynamik, «CR.», 1870; 50) Scheld E. M., Das Breiten beim Walzen, «St. u. E.», 1910, B. 30, p. 415—19, 766—67, 1419; 51) Sedlaczek H., Vorschläge zur Vorinleitung des Rohens d. Walzen, «St. u. E.», 1927, B. 47, p. 2627; 52) Siebel E., Grundlagen zur Berechnung des Kraft- u. Arbeitsbedarfs beim Schmieden u. Walzen, «Ber. des Walzwerk-Aussch. des Vereins d. Eisenhüttenleute», Düsseldorf, 1922, 28; «St. u. E.», 1923, B. 43, p. 1295—98; 53) Siebel E., Kräfte u. Materialfluss bei d. bildsamen Formänderung, «St. u. E.», 1925, B. 45, p. 1563—66; 54) Siebel E. u. Pömp A., Walzdruck u. Walzarbeit beim Kaltwalzen von Metallen, «Mitt. aus dem Kaiser Wilhelm Inst. f. Eisenforsch.», Düsseldorf, 1929, B. 11; 55) Tafel W., Walzen u. Walzenkalibrieren, Dortmund, 1921; 56) Tafel W., Das Greifen von Walzen, «St. u. E.», 1921, B. 41, p. 952—53; 57) Tafel W. u. Anke Fr., Zur Frage d. Breitung bei einigen Nichtisenmetallen, «Ztschr. f. Metallkunde», 1927, B. 19, p. 225—31; 58) Tafel W. u. Pajunk G., Ermittlung des Breitungverlaufes in den wagerechten Schichten von Walzkörpern, «St. u. E.», 1927, B. 47, p. 1562—65; 59) Tafel W. u. Scheld E., Das Greifen von Walzen bei veränderlicher Walzgeschwindigkeit, ibid., 1921, B. 44, p. 305—09; 60) Tafel W. u. Sedlaczek H., Das Breiten beim Walzen, «St. u. E.», 1925, p. 190—93; 61) Tresca H., Mémoires sur l'écoulement des corps solides, P., 1865/66, Extrait des Annales du conservatoire des Arts et Métiers, t. 6; 62) Trinks W., New Theories on Hot Mill Deformations, Obtained by Experimental Rolling, «Blast Furnace», Pittsburgh, 1915, p. 276—77; 63) Walzwerk-Kommission des Vereines deutscher Eisenhüttenleute, verdrängtes Volumen u. Walzarbeit, «St. u. E.», 1914, B. 34, p. 1545—51, 1575—78; 64) Weiss L., Der Kaltwalz- u. Ziehvorgang u. sein Leistungsverbrauch, «Zeitschrift f. Metallkunde», 1922, B. 14, p. 160—72; 65) Weiss L., Die Nutzarbeit des Walzvorganges, ibid., 1923, B. 15, p. 133—36; 66) Weiss L., Leistungsberechnung des Walzvorganges, ibid., 1925, B. 17, p. 229—32; 67) Weiss L., Die Leistungsberechnung des Walzvorganges in Abhängigkeit vom Walzendurchmesser, ibid., 1928, B. 20, p. 280—82.

II. Конструкция прокатных станков.

Первый прокатный стан для прокатки свинцовых полос был описан Леонардо да Винчи в 1495 г., а в 1500 г. им изобретен стан для прокатки круглых стержней. Первые станы были нереверсивные, системы дуо, т. е. состояли из двух вал-

ков, направление вращения к-рых не изменялось. Распространение прокатных станов происходило медленно, вследствие отсутствия в прежнее время получения железа валковым способом. Кричный способ не давал возможности получать металл в большом количестве. Лишь с 1784 г., когда англичанин Корт изобрел способ *пудлингования* (см.), прокатка железа получила значительное распространение. Корт впервые применил прокатные валки для получения сортового железа из пудлинговых криц. Тип прокатного стана в три валка (система трио) появился первоначально в США, где он был сконструирован Фритцом. Эти станы были уже снабжены подъемными столами для подачи и передвижения прокатываемого металла. Они могли прокатывать слитки большого веса и вследствие этого получили повсеместное распространение в США. Дальнейшее развитие прокатных устройств выразилось в появлении т. н. дуо-реверсивного стана с переменным направлением вращения валков, сконструированного впервые в Англии (около 1880 г.) Рамсботомом. Эти станы оказались пригодными и для прокатки слитков до 5 т и более весом и получили распространение как в самой Англии, так и на континенте Европы. Последние две системы прокатных станов являются основными как для первоначального обжима слитков на заготовку, так и для чистовой прокатки тяжелых профилей. И наконец крупнейшим шагом вперед, совершившим переворот в прокатном деле, было изобретение так наз. *непрерывных станов*, которые за исключением трубопрокатного дела в СССР пока не применялись, но будут строиться на новых заводах.

Непрерывный стан, состоящий из 16 пар валков, впервые построенный англичанином Бедсоном в Англии в 1862 г. для прокатки проволоки, был усовершенствован америк. фирмой Моргана; таких непрерывных станов сист. Моргана в 1914 г. насчитывалось в европейских странах 27 комплектов (в Швеции, Австрии—по одному, в Англии, Франции и Бельгии—по два и в Германии—19), в Америке же—100 комплектов. Самой существенной особенностью непрерывных станов является их громадная производительность при малом числе обслуживающих их рабочих.

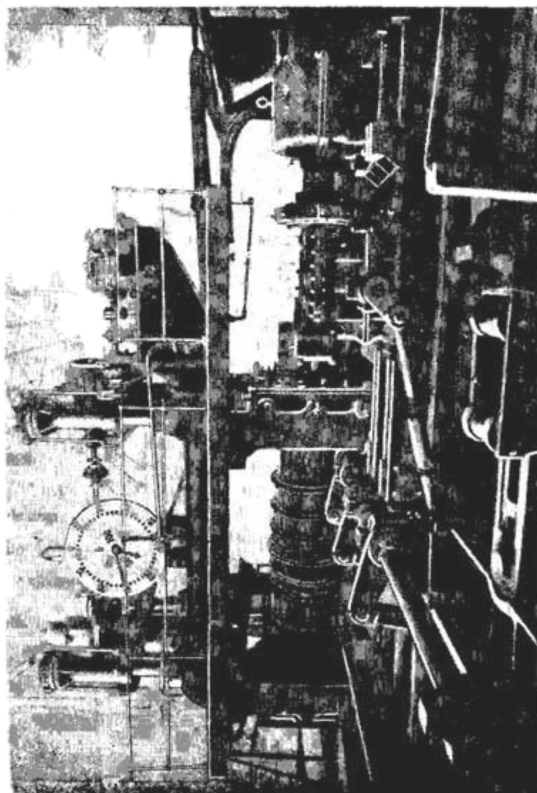
Устройство прокатных станов. Прокатный стан состоит из двух основных частей: рабочей части, на которой непосредственно осуществляется процесс прокатки, и привода, состоящего из двигателя и передачи. Обычно в состав передачи (канатной, ременной, зубчатой или фрикционной) за исключением реверсивного стана входит маховик, к-рый м. б. одновременно и шкивом. Пара станин с валками образует рабочую клетку (став). Каждый стан состоит из одной или нескольких клеток. Для передачи движения от главного вала двигателя к валкам применяются *шестерни*, помещаемые в специальную *шестеренную клетку*. Шестеренная клетка обычно устанавливается в начале прокатного стана и редко посредине или в конце его для уменьшения скручивающих моментов. При прокатке кровельного железа, жести, а иногда и оброчного железа верхний валок для получения

гладкой поверхности изделий делается свободным (*Schleppenwalzen*); этот валок вращается силой трения о нижний валок или о прокатываемый металл и никаких откатков на последнем поэтому не оставляет. Главные условия, к-рым должен удовлетворять хороший прокатный стан, следующие: прочность, тщательность пригонки и сборки частей, большая производительность и точность в работе. Для увеличения прочности как станины, так и деталей стана их часто изготовляют из стали, что вместе с тем значительно облегчает их вес; при замене например чугунных станин стальными вес их уменьшается почти вдвое.

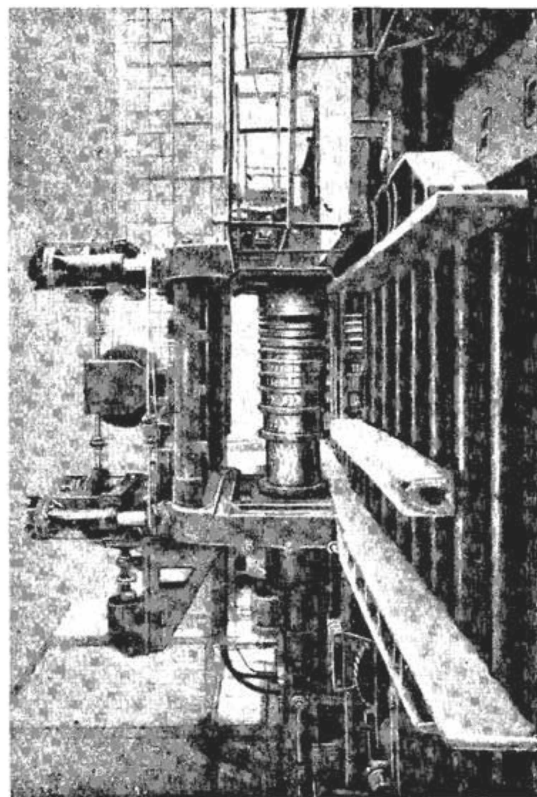
Классификация прокатных станов. А. По способу приведения в движение прокатные станы можно подразделить на два класса: станы с маховиком и станы без маховика. Прокатные станы с маховиком имеют постоянное направление вращения валков. Маховик служит аккумулятором энергии, воспринимая пики нагрузки во время прокатки. Для прокатки тяжелых фасонных профилей, напр. тяжелых рельсов, балок и швеллеров, употребляются почти исключительно станы без маховика—*реверсивные станы*. Реверсивные станы нормально имеют по два валка в клетке (дуо-клетка) при переменном направлении вращения валков для каждого последовательного пропуска металла.

Б. По характеру продукта, прокатываемого на данном стане, прокатные станы подразделяют на следующие типы. 1) *Блуминги*—крупные обжимные станы для прокатки тяжелых болванок. Блуминг происходит от англ. слова «блум» (*bloom*)—тяжелая заготовка квадратного сечения со стороной квадрата > 200 мм, получаемая из крупных слитков. Блуминги бывают дуо-реверсивные с диаметром валков 850—1350 мм (вкл. л., 1, 2) или трио с диам. 700—1050 мм. 2) *Крупносортовые станы* с диам. валков 600—950 мм, предназначенные для прокатки фасонных и сортовых профилей весом не менее 20 кг в н. м. Крупносортовые станы, специально предназначенные для прокатки рельсов, называются рельсовыми, предназначенные для прокатки балок—балочными, а для рельсов и балок—рельсобалочными. Диаметр валков дуо-реверсивных рельсобалочных станов доходит до 950 мм, а диаметр валков балочных станов—до 850 мм. 3) *Среднесортные станы* с диам. чистовых валков 400—550 мм, предназначенные для прокатки фасонных и сортовых профилей не легче 12 кг в н. м. Б. ч. при таких станах имеется обжимная клетка с валками диам. 500—700 мм. 4) *Мелкосортные станы* с диам. чистовых валков 250—325 мм, черновых—300—375 мм и обжимных—450—500 мм, предназначенные для прокатки фасонных и сортовых профилей весом 0,2—12 кг в н. м (необходимо отметить, что во многих случаях по тем или иным причинам приходится прокатывать профили легче или тяжелее тех, к-рые указаны выше). 5) *Прочные станы* с диам. чистовых валков 240—300 мм. 6) *Листопрокатные станы*, которые делятся на а) *бронепрокатные станы* с диам. валков 1000—1250 мм и длиной полотна 3500—5150 мм; они обыкновен-

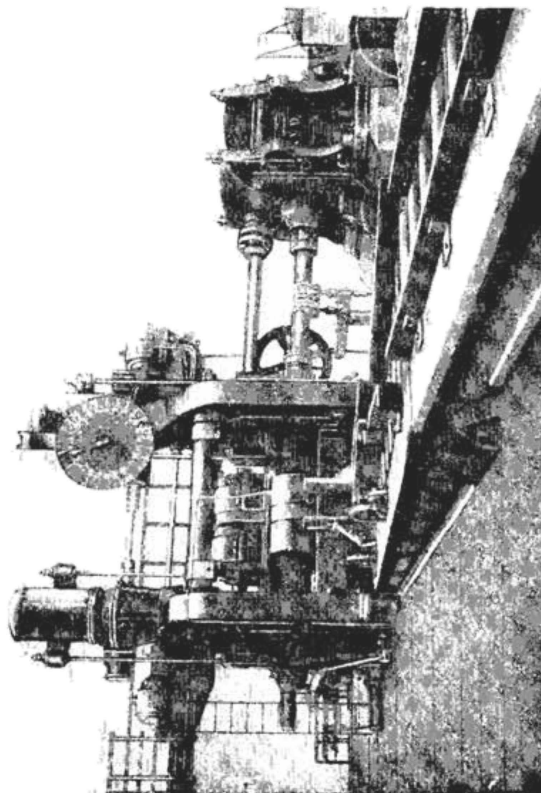
ПРОКАТКА



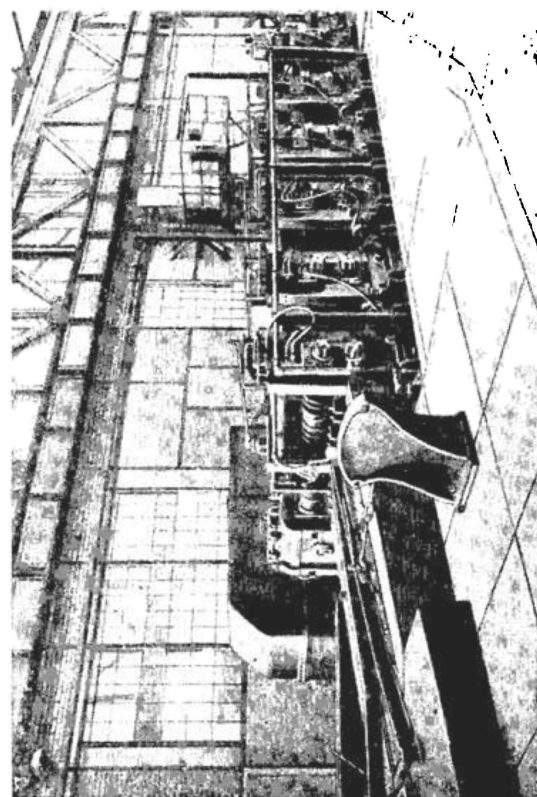
Дуго-реверсивный блюминг $\varnothing$ 1100 мм. Вид спереди.



Дуго-реверсивный блюминг. Вид сзади.

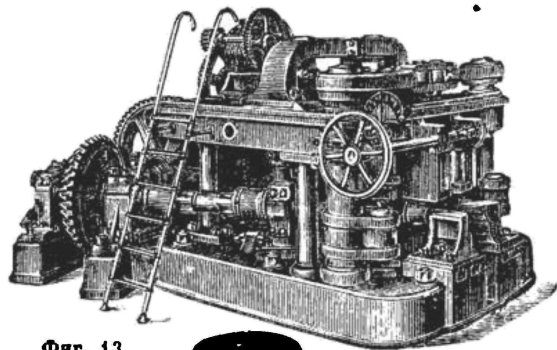


Универсальный дуго-стан.



Непрерывный стан.

но бывают только дуо-реверсивные; б) толстолистовые станы, предназначенные для прокатки толстых листов, т. е. листов толщиной более 10 мм, с диам. валков 700—1100 мм и длиной полотна 2000—3500 мм; обычно бывают дуо-реверсивные или триосист. Лаута; в) среднелистовые станы, предназначенные для прокатки средних листов, т. е. листов толщиной 3—10 мм, с диам. валков 700—850 мм и длиной полотна 2000—3000 мм; почти исключительно триосист. Лаута; г) тонколистовые станы, предназначенные для прокатки тонких листов, т. е. листов толщиной 1—3 мм, с диам. валков 500—700 мм и длиной полотна 1000—1500 мм; обыкновенно делаются дуо-нереверсивными. 7) У н и в е р с а л ь н ы е станы (вкл. л., 3), станы, предназначенные для прокатки широкополосного железа, делятся на а) дуо-нереверсивные (обычно в соединении с каким-нибудь другим станом); б) дуо-реверсивные и в) трио. 8) Б а н д а ж е п р о к а т н ы е станы для прокатки вагонных и паровозных бандажей. 9) Т р у б о п р о к а т н ы е станы для прокатки сварных и бесшовных труб. 10) С п е ц и а л ь н ы е станы для прокатки дисковых колес (фиг. 13), волнистого же-

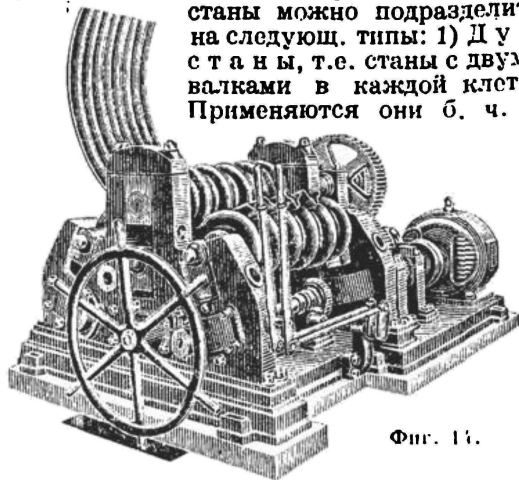


Фиг. 13.

леза (фиг. 14), лопат, цепей, волнистых труб, заготовки для вил, для подков и т. д.

11) Станы для холодной прокатки. В. П о к о н с т р у к ц и и, т. е. по числу и расположению валков в рабочих клетях,

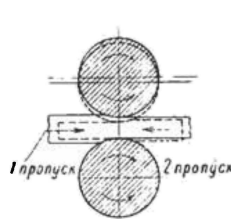
станы можно подразделить на следующ. типы: 1) Д у о с т а н ы, т. е. станы с двумя валками в каждой клет. Применяются они б. ч. в



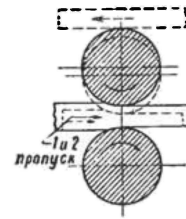
Фиг. 14.

качестве дуо-реверсивных станов, например блумингов, рельсобалочных и листовых. Схематическое расположение валков и пропусков показано на фиг. 15. Дуо-станы с постоянным направлением вращения валков применяются для прокатки тонких

листов в качестве трубопрокатных непрерывных станов и станов для холодной прокатки. Для сортовой прокатки этого рода станы в наст. время выходят из употребления вследствие потери >50% времени на холостой ход. Схематич. расположение валков

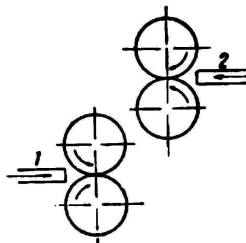


Фиг. 15.



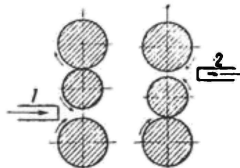
Фиг. 16.

и пропусков показано на фиг. 16. 2) Д в о й н ы е д у о - с т а н ы, т. е. станы с двумя парами валков в каждой клет. (фиг. 17). Общ. пары валков расположены рядом в клет. не в одной плоскости, но так, что одна пара выше другой. В системе Беккера общ. пары валков расположены рядом на одном уровне, но в разных клет. Система Беккера представляет собою наиболее ранний тип непрерывных станов, применявшийся в Германии в проволочных станах.

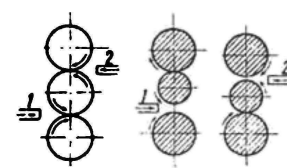


Фиг. 17.

3) К о м б и н и р о в а н н ы е д у о. Это название присвоено особому расположению валков в проволочных, а иногда и в мелко-сортовых станах, когда в клет. для трио помещаются лишь два валка, причем, если в одной клет. имеются верхний и средний валки, то в соседней клет. — средний и нижний валки. При подобном расположении валков прокатка производится петлями и одновременно могут работать все клет.



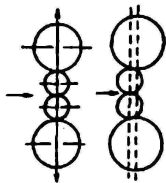
Фиг. 18.



Фиг. 19.

Третий валок является пзлпшним: вместо него употребляется либо холостой валок либо удлиненный соединительный валок, иногда квадратного сечения, проходящий сквозь всю клет. 4) Т р и о с т а н ы, т. е. станы с тремя валками в каждой клет. (фиг. 18), применяются в качестве сортовых станов с ручьевыми валками, а также листовых и универсальных станов с гладкими валками. Листовые и универсальные трио-станы сист. Лаута имеют свои особенности (фиг. 19). Диам. среднего валка составляет $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ диаметра верхнего или нижнего валка. Это соотношение имеет целью увеличить степень вытяжки и уменьшить высоту подъема как верхнего, так и среднего валка. В отличие от обычных трио-станов в стане Лаута приводными являются верхний и нижний валки. Верхний валок устанавливается после каждого пропуска, а средний перемещается вверх и вниз, получая враще-

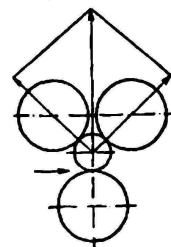
ние от трения вала о прокатываемый металл. Т. о. в трио-станах сист. Лаута передача от шестеренной клетки происходит лишь на нижний и верхний валки. В трио-стане Лаута прокатка происходит попеременно между верхним и средним или между нижним и средним валками. Средний валок всегда является рабочим, но попеременно опирается на верхний или нижний валки, вследствие чего его диаметр без ущерба для его прочности выбирается менее диаметра двух других валков. 5) К в а р т о - с т а н ы, такие станы, в к-рых кроме двух рабочих валков имеются еще два опорных (фиг. 20). Подобная конструкция имеет целью



Фиг. 20 и 21.

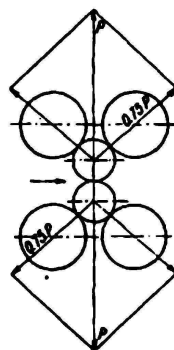
создать жесткий рабочий валок большой длины и сравнительно малого диаметра. Соотношение диаметров рабочих и опорных валков обычно составляет в этих станах 1:2 или иногда 1:2,5. Рабочие валки изготовляют для горячей прокатки из закаленного чугуна, для холодной — из закаленной стали. Опорные же валки для горячей прокатки изготовляют из твердой высокоуглеродистой стали, а при холодной — из полутвердой углеродистой стали. Привод рабочих валков производится посредством шестерен. Опорные валки, если они снабжены роликовыми подшипниками, не требуют привода. На обыкновенных холоднопрокатных дуо-станах невозможно прокатывать широкие ленты, которые требуют большей длины валков и большего их диаметра. В виду этого до применения четырехвалковых станов большая часть железных и стальных лент, прокатываемых холодным способом, обыкновенно не превышала по ширине 150 мм. Более широкие ленты стало возможным получать только на станах четырех- и шестивалковых. Четырехвалковые станы кварто получили распространение лишь за последнее время с применением роликовых подшипников. Производительность станов кварто гораздо выше, чем дуо-станов. Кроме того на стане кварто лента может прокатываться значительно более тонкой, иногда без промежуточного отжига. Эти преимущества особенно сказываются при прокатке твердой стали. Так, при прокатке ленты шириною 100 мм (из стали с сопротивлением 80—90 кг/мм²) и толщиной 1,5—0,22 мм на обыкновенном дуо-стане требуется 11 пропусков с 5 промежуточными отжигами; на стане кварто для той же прокатки требуется всего лишь 4 пропусков без промежуточного отжига. Необходимо заметить, что благодаря большему давлению, которое м. б. получено при прокатке на стане кварто, толщина листов получается равномерной по всему сечению при большой точности сечения. Поверхность листов получается блестящей и гладкой. В стане кварто иногда считают выгодным несколько смещать рабочие валки с осевой линии со стороны подачи или же со стороны выпуска металла. Чаще всего это смещение делается приблизительно на 6 мм со стороны подачи металла (фиг. 21). Цель смещения рабочих валков заключается в том, чтобы они, имея некую игру в подшипниках, не встали при подаче металла косо к опорному валку, а

с первого же момента по всей длине придавливались бы к опорным валкам. Существует еще одна система четырехвалкового стана с опорными валками, являющаяся видоизменением трио-стана. Рабочий валок в ней вследствие очень небольшого диаметра имеет два верхних (иногда нижних) опорных валка



Фиг. 22.

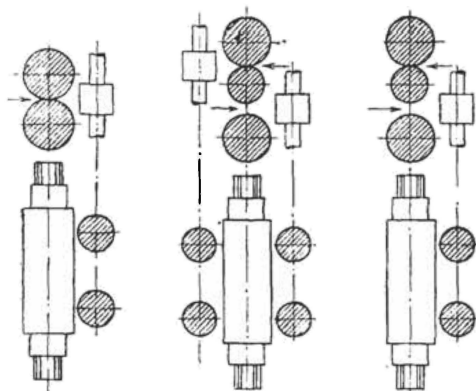
Прокатка производится между средним (малым) и нижним (большим) валками. 6) Г н е з д о в ы е с т а н ы (cluster mill), т. е. шестивалковые, представляют дальнейшее развитие четырехвалковых станов. В гнездовых станах каждый рабочий валок имеет по два опорных валка (фиг. 23) и вследствие этого настолько хорошо удерживается в правильном положении, что не нуждается в подшипниках. Давление металла на рабочий валок распределяется на два опорных валка и поэтому ему может быть дан меньший диаметр при той же производительности стана. При холодной прокатке листов шириною 900 мм на обыкновенном дуо-стане с диам. 750 мм потребовалось 40—60 пропусков, чтобы получить блестящую полированную поверхность; те же результаты на гнездовом стане получаются всего лишь при 3—4 пропусках. Гнездовой стан имеет однако следующий недостаток. Давление, приходящееся на каждый опорный валок при обыкновенном отношении диаметров рабочих и опорных валков 1:2—1:2,5, составляет 0,7—0,75 Р (общего давления при прокатке). Подшипники опорных валков находятся



Фиг. 23.

под давлением 2,8—3 Р, между тем как это давление в четырехвалковом, как и в дуо-стане, составляет 2 Р. Т. о. расходуемая в подшипниках работа трения в шестивалковом стане на 40—50% больше, чем в четырехвалковом стане. При обыкновенных скользящих подшипниках работа трения настолько значительна, что при этих условиях конструкция шестивалкового стана становится нерациональной. Напротив, при роликовых подшипниках потери на трение играют незначительную роль. На гнездовых станах является поэтому обязательным применение роликовых подшипников. К минусам гнездового стана необходимо отнести также относительно большую его стоимость в сравнении со станом кварто, вызываемую его сложностью и применением двойного количества роликовых подшипников. Тем не менее в тех случаях, когда необходимо применить очень большую длину валков по сравнению с диам. (напр. при $l = 1700$ мм и $d = 305$ мм), отдают предпочтение гнездовому стану. 7) У н и в е р с а л ь н ы е д у о - с т а н ы употребляются для прокатки универсального (широкополосного) мостового и судового железа. Для получения точных прямых кромок под прямым углом кроме обычных горизонтальных валков применяют в них еще вертикальные, располагаемые по одну (фиг. 24) или обе стороны горизонтальных

валков. Универсальные дуо-станы делятся на станы с постоянным направлением вращения валков (одна пара вертикальных валков) и реверсивные тяжелые станы (две пары вертикальных валков). На универсальных реверсивных станах прокатывается универсальное железо средней ширины, на дуо-реверсивных или трио-универсальных станах—универсальное железо большой ширины до 1200 мм. 8) У н и в е р с а л ь н ы е т р и о - с т а н ы, в них средний валок имеет меньший диаметр (сист. Лаута). Трио-станы с двумя парами вертикальных валков встречаются редко (фиг. 25); б. ч. они имеют одну пару таких валков, к-рые располагаются сзади нижнего пропуска (фиг. 26). Универсальные станы применялись для прокатки ряда профилей в том числе и рельсов, но широкого распространения не получили. Однако для прокатки широкополочных двутавровых балок универсальные станы системы американского инж. Грея

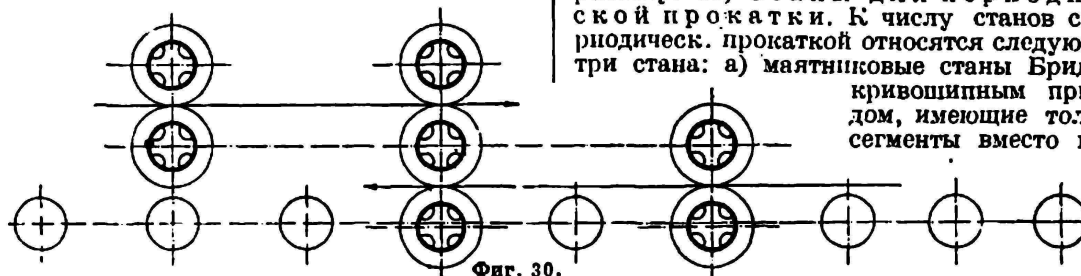


Фиг. 24.

Фиг. 25.

Фиг. 26.

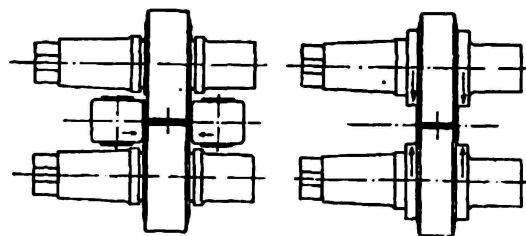
получили распространение. В отличие от универсальных станов обычного типа в этом стане вертикальные валки расположены таким образом, что оси их лежат в одной вертикальной плоскости с осями горизонтальных валков (фиг. 27), а не так, как это имеет место в обычных универсальных станах. Универсальный стан Грея состоит из двух клеток, расположенных рядом друг за другом непрерывно, причем прокатанная на обжимном стане для двутавровой балки и вторично нагретая заготовка по-



Фиг. 30.

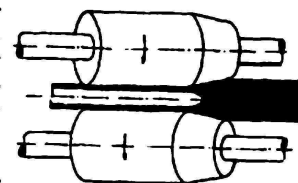
ступает сначала в первую клетку, имеющую горизонтальные и вертикальные валки, а затем во вторую лишь с горизонтальными валками, где обравниваются края полков. Вместо обычных цапф вертикальные валки направляются особыми роликами, расположенными по сторонам шеек горизонтальных валков. 9) Д у о - с т а н ы с к о с о р а с п о л о ж е н н ы м и в а л к а м и употребляются

для прокатки труб без шва. Оси валков в подобных станах пересекаются под острым углом и имеют направление вращения вал-



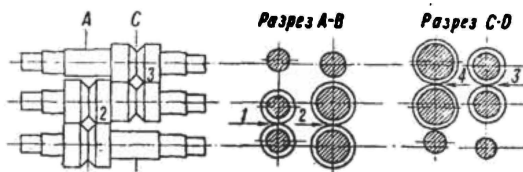
Фиг. 27.

ков в одну сторону (фиг. 28). 10) С т а н ы с о с п е ц и а л ь н ы м и к л е т я м и. Гораздо реже применяются станы с числом валков более четырех, напр. двойное трио и семивалковые станы. Двойные трио-станы имеют две рядом стоящие трио-клетки с разными диаметрами валков (фиг. 29). Вследствие необходимости убрать металл, к-рый получает вытяжку в предыдущем ручье, диаметр валков последующего ручья д. б. больше, чтобы



Фиг. 28.

иметь большую скорость. Семивалковые станы имеют три клетки. Средняя клетка, как видно из схемы (фиг. 30), трио, а две другие клетки дуо, расположенные спереди и сзади клетки трио. Трио-клетка должна иметь диаметр валков больший, чем у дуо-клетей, для получения большей окружной скорости валков. Оба типа прокатных станов не обладают какими-либо особыми преимуществами сравнительно со станами других, более обычных типов и вместе с тем



Фиг. 29.

значительно более сложны по своему устройству. 11) Станы для периодической прокатки. К числу станов с периодическ. прокаткой относятся следующие три стана: а) маятниковые станы Бриде с кривошипным приводом, имеющие только сегменты вместо вал-

ков; б) станы обычного типа с постоянным направлением вращения, но имеющие рабочий калибр лишь на части окружности валков; эта часть вала является обычно сменной; на подобных станах производится прокатка, например заготовки для вил, для подков и т. д.; в) станы пилигримовые, т. е. с попятным движением (Pilgerwalzen), употребляемые для уменьшения толщины